
Sissejuhatus informaatikasse

Jätk eelmisest loengust

- Andmete esitamise applet ja kodulugemine

Koolkonnad eestis:

- TTÜ, TÜ ja ITK ajalugu

Arvutite ja arvutiteaduse süünd: null - teine maailmasõda.

- Varane rehkendamise ajalugu
- Loogika tekkimine
- Arvutamise teooria tekkimine
- Esimesed arvutid 17 sajandil
- Industrialiseerimise ideoloogia
- Võimaldav tehnoloogia: side ja mehaaniline infotöötlus
- Loogika ja arvutamise teooria väljaarenemine 20 sajandi esimesel poolel
- Esimesed võimsad arvutid teises maailmasõjas

Akadeemilised IT-koolkonnad eestis

- **TTÜ**
- **Küberneetika instituut**
- **TÜ**
- **ITK**
- **Polütehniline instituut**
- **Tallinna ülikool**

Arvud kontidel:

- period 20,000 - 30,000 aastat tagasi Cro-Magnon
inimese ilmumine
- Babüloonia: positsiooniline 60-süsteem 1900 kuni 1800 BC
- Maiade arvusüsteem

Null:

- Babüloonia 300 BC
- India 600 AD

Abakus:

- Babüloonia 1,000 BC kuni 500 BC,



Loogika olemus

- Klassikalisest kreeka keelest sõnast λόγος (logos), algtähendusega sõna ehk mida räägitakse.
- Loogika on teadus mõtlemise alustest.
- Loogika uurib mõtlemise *paratamatuid* aspekte ehk seda, mis üldse teeb mõtlemisest mõtlemise ehk õige mõtlemise ehk seda, mida ja kuidas üldse mõelda saab.
- Informaalne loogika: teatud vaidlusmeetodite analüüs.
- Formaalne loogika:
 - reeglisüsteemid ja algoritmid nõ mehaaniliseks järeluste tegemiseks
 - reeglisüsteemide kui matemaatiliste objektide uurimine.
- Arvutid on mõtlemise masinad.

Fundamentaalseid mõtlemismeetodeid:

- Deduktsioon
- Induktsioon

Matemaatika sissetulek: muutujad

Lausemuutujad:

- kui A ja B, siis A
- ei ole tõsi, et A ja mitte A
- kui A-st järeldeb B, ning A on tõsi, siis ka B on tõsi

Omadused:

- Kui kõigil asjadel on omadus P, siis on olemas asi, millel on omadus P
- ??? Kui on olemas asi, millel on omadus P, siis on kõigil asjadel omadus P

- Parmenides (5 sajand e.m.a.) : kasutas pikki loogilisi põhjendusi.
- Zenon Eleast (5 sajand e.m.a.) - apooriad/paradoksid
- Sofistid - Sokrates (470-399 e.m.a) - Platon (428/427 - 348/347 e.m.a):

Aristoteles: väidete struktuur kui iseseisev uurimisobjekt

Loogika teke: Aristoteles

Süllogismide näited:

- 1. eeldus: iga koer on imetaja.
2. eeldus: mõned neljajalgsed on koerad.
järelalus: mõned neljajalgsed on imetajad.

- 1. eeldus: iga anarhist on süsteemi vastane.
2. eeldus: mõned poliitikud on anarhistid.
järelalus: mõned poliitikud on süsteemi vastased.

Tuletuse struktuuri võib seega esitada muutujate x, y ja z abil ning tuletus on õige sõltumata fraasidest, millega neid muutujaid asendada:

- 1. eeldus: iga x on y .
2. eeldus: mõni z on x .
järelalus: mõni z on y .

Aristotelese “kategorilised väited”

- Iga b on a
- Mitte ükski b pole a
- Mõni b on a
- Mõni b ei ole a

süllogism on väitlus, kus mingitest etteantud väidetest (eeldustest) järeldub paratamatult uus väide. Aristotelese puhul alati kaks kategorilist eeldust, üks kategoriline järeldus.

Stoikud: lausearvutus

Stoikud uurisid, kuidas saab loogiliste sidesõnade (ja, ei, või, kui...siis) abil lihtsamatest lausetest keerulisemaid kokku panna ja kuidas näidata selliselt moodustatud lausete õigsust.

- Kui esimene, siis teine; esimene; järelikut teine.

$$((A \Rightarrow B) \ \& \ A) \Rightarrow B.$$

- Kui esimene, siis teine; mitte teine; järelikut mitte esimene.

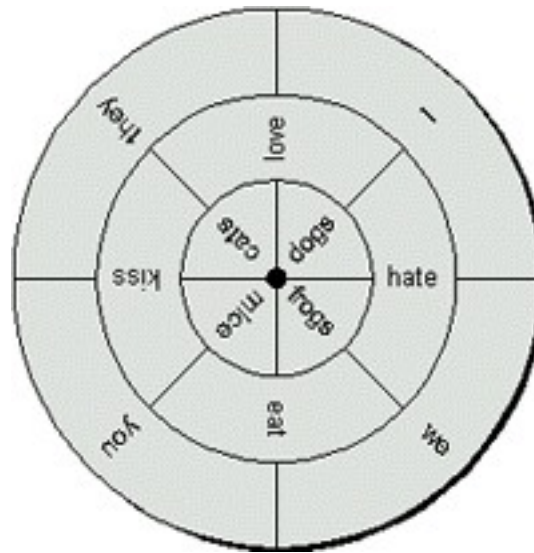
$$((A \Rightarrow B) \ \& \ \neg B) \Rightarrow \neg A.$$

- Mitte korruga esimene ja teine; esimene; järelikut mitte teine.

$$(\neg(A \ \& \ B) \ \& \ A) \Rightarrow \neg B.$$

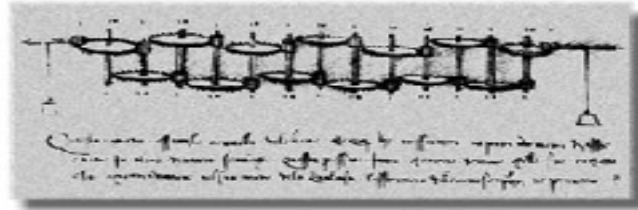
Ramon Lull

- Elas: 1235-1315
- Müstik
- Peateos *Ars magna, generalis et ultima*



Leonardo da Vinci

- ca 1500
- Kalkulaatori joonis:



- Hiljem ehitatud katseeksemplar



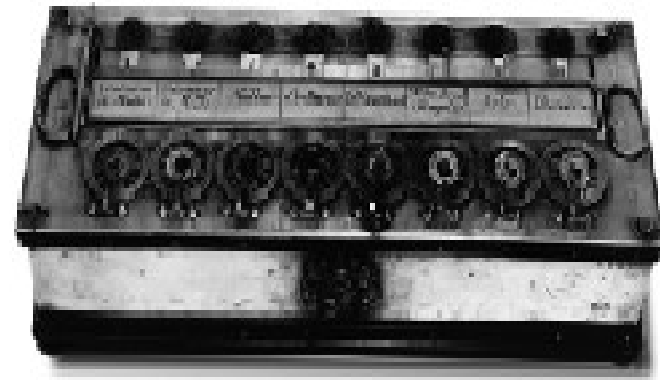
17 sajand: sümbolkeeled matemaatikas

- Analoogilisi sümbolkeeli püüti luua loogika jaoks.
- Kõik püüdlused ebaõnnestusid (kuni 19 sajandi lõpuni!)

Filosoofia: nominalistide ja realistide dihhotoomia

Schickard & Pascal

- **Schickard 1625:** väitis ehitanud olema liitva, lahutava, korrutava, jagava masina
- Kristlik filosoof **Blaise Pascal** 1640:
aritmeetiline masin: ainult liitis ja lahutas



- Ehtas ca 50 tükki

Leibniz

- **Saksa filosoof** 1646-1716
- Leibnizi arvuti (1671) **liitis, lahutas, korrutas, jagas**



- Leibniz lõi Boole'ga sarnaneva loogikasüsteemi, mis vajus unustusse
- Leibniz püüdis luua universaalset sümbolkeelt (*lingua characteristica universalis*) ja seda keelt kasutava nn "arutlemise aritmeetika" (*calculus ratorator*)

Kirjutusmasin

- **Inglise patent, Henry Mill, 1714, ei ehitatud**
- Ameerika patent: 1829 William Austin Burt Detroidis
- 1867, Christopher Latham Sholes, Carlos Glidden, Samuel W. Soule leiutis: "Type-Writer"
- Remington: 1874 (jalgpedaaliga!)
- Sholes' klaviatuur ca 1874:



- Dvoraki klaviatuur ca 1936

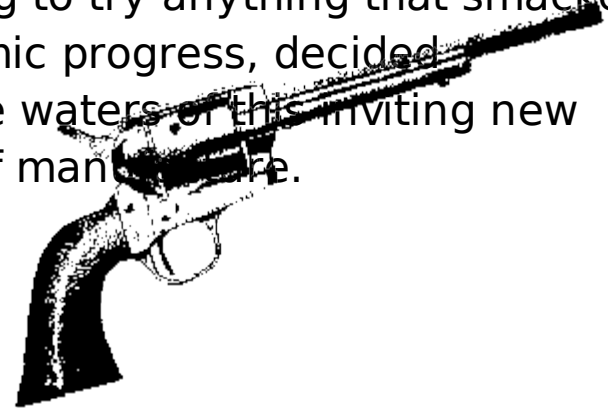


Kirjutusmasin püssitehasest

■ Remington Typewriter Co. model No. 2



The invention of interchangeable parts. Machines which would produce, from a preshaped mold, the various components needed to build a standard infantry rifle, and workers on an assembly line who would construct it. The North, eager to experiment and willing to try anything that smacked of economic progress, decided to test the waters of this inviting new method of manufacturing.



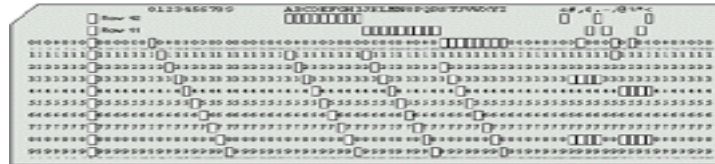
■ Civil war:

"In all history, no nation of mere agriculturists ever made successful war against a nation of mechanics. . . .You are bound to fail"

-Union officer William Tecumseh Sherman to a Southern friend.

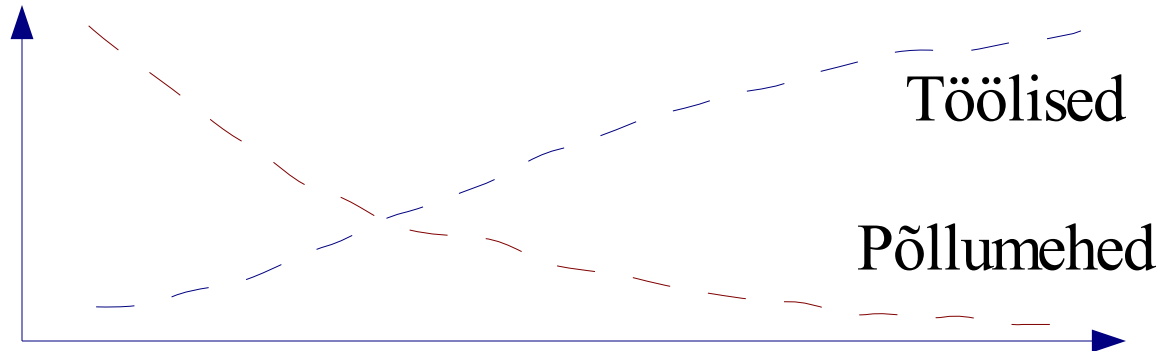
Perfokaardid

- ca 1800, Jacquard
- IBM-i perfokaart:

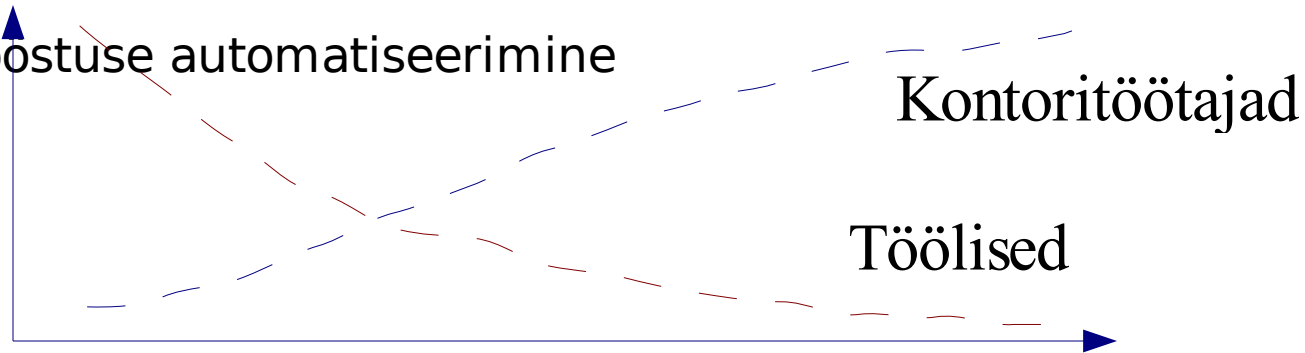


Industrialiseerimisest

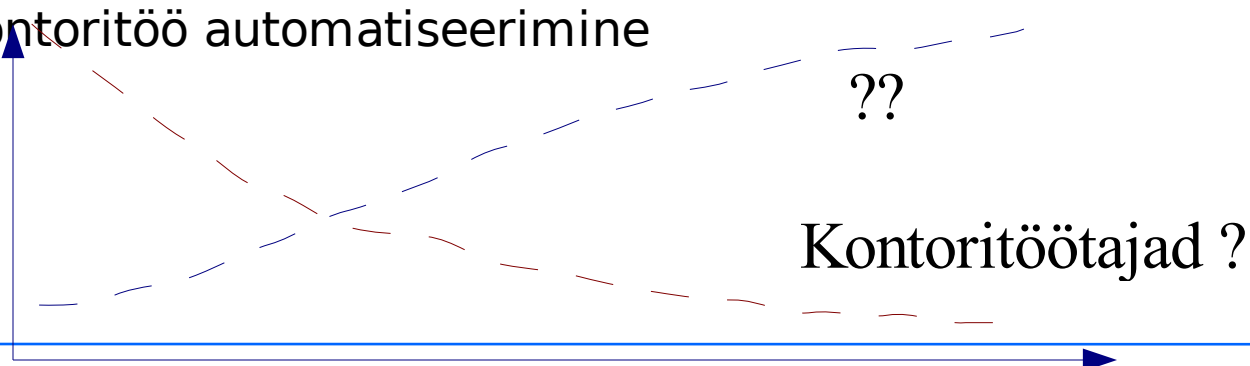
- Tööstuse teke ja põllumajanduse mehaniseerimine



- Tööstuse automatiseerimine



- Kontoritöö automatiseerimine



Charles Babbage

- 1822: Difference Engine, jäi pooleli
- Idee: Analytical Engine
- esimene programmeerija: Ada Lovelace



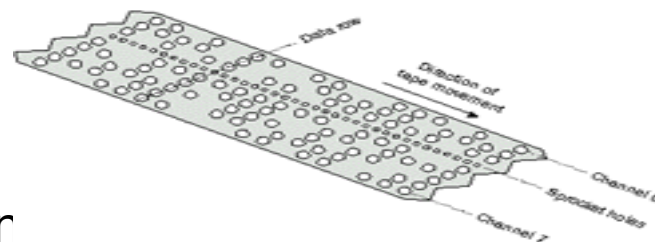
Telegraaf

■ Morse 1837: **elektritelegraaf**

A	---	N	--	0	-----
B	---..	O	--- --	1	--- --
C	--- .	P	--- .	2	--- .
D	--- .	Q	--- .	3	--- .
E	.	R	--- .	4	--- .
F	..---	S	...--	5
G	--- .	T	---	6	--- .
H	U	...--	7	--- .
I	..	V	...--	8	--- .
J	--- .	W	--- .	9	--- .
K	--- .	X	--- .	.	--- . comma
L	--- .	Y	--- .	---	period
M	---	Z	--- .	?	--- .

B	E	B	O	P	R	U	L	E	S
0000	000		0	0	0	000	0	000000	
0	0	000	00		0	00	0		

■ Wheatstone 1857: **perfolint**



■ Arvutite perfolir

George Boole, de Morgan

- Loogika (lausearvutuse) alused 1847-1854
- Matemaatilise algebra ideede kasutamine loogika jaoks:
- Loogika algebra:

$$\mathbf{1A = A, 0A = 0, A+0 = A, A+1 = 1}$$

$$\mathbf{A+B = B+A, AB = BA, AA = A}$$

- Loogikatehted on funktsioonid tõeväärtustel T ja V.

- Enimkasutatud tehted on

- $\&$ (ja e. konjunktsioon)
- \vee (või e. disjunktsioon)
- $-$ (ei e. eitus)
- \Rightarrow (järelkus e. implikatsioon)
- $==$ (samusus e. ekvivalents)

A $\&$ B

T **T** T

T **V** V

V **V** T

V **V** V

A \vee B

T **T** T

T **T** V

V **T** T

V **V** V

$-$ A

V T

T V

A \Rightarrow B

T **T** T

T **V** V

V **T** T

V **T** V

- **Elementaartehetest saab kokku panna suvalisi avaldisi, mis realiseerivad tõeväärtusfunktsioone**

$(\neg (A \ \& \ B)) \Rightarrow (B \ \vee \ C)$

V	T	T	T	T	T	T	T
T	T	V	V	T	V	T	T
T	V	V	T	T	T	T	T
T	V	V	V	T	V	T	T
V	T	T	T	T	T	T	V
T	T	V	V	V	V	V	V
T	V	V	T	T	T	T	V
T	V	V	V	V	V	V	V

2

1

4

3

Kaasaegse loogika alus: Gottlob Frege

- 1879: *Kontseptuaalne notatsioon* ("Begriffsschrift")
loob kaasaegse **predikaatarvutuse**

Näide:

Isa(Jaan,Mihkel).

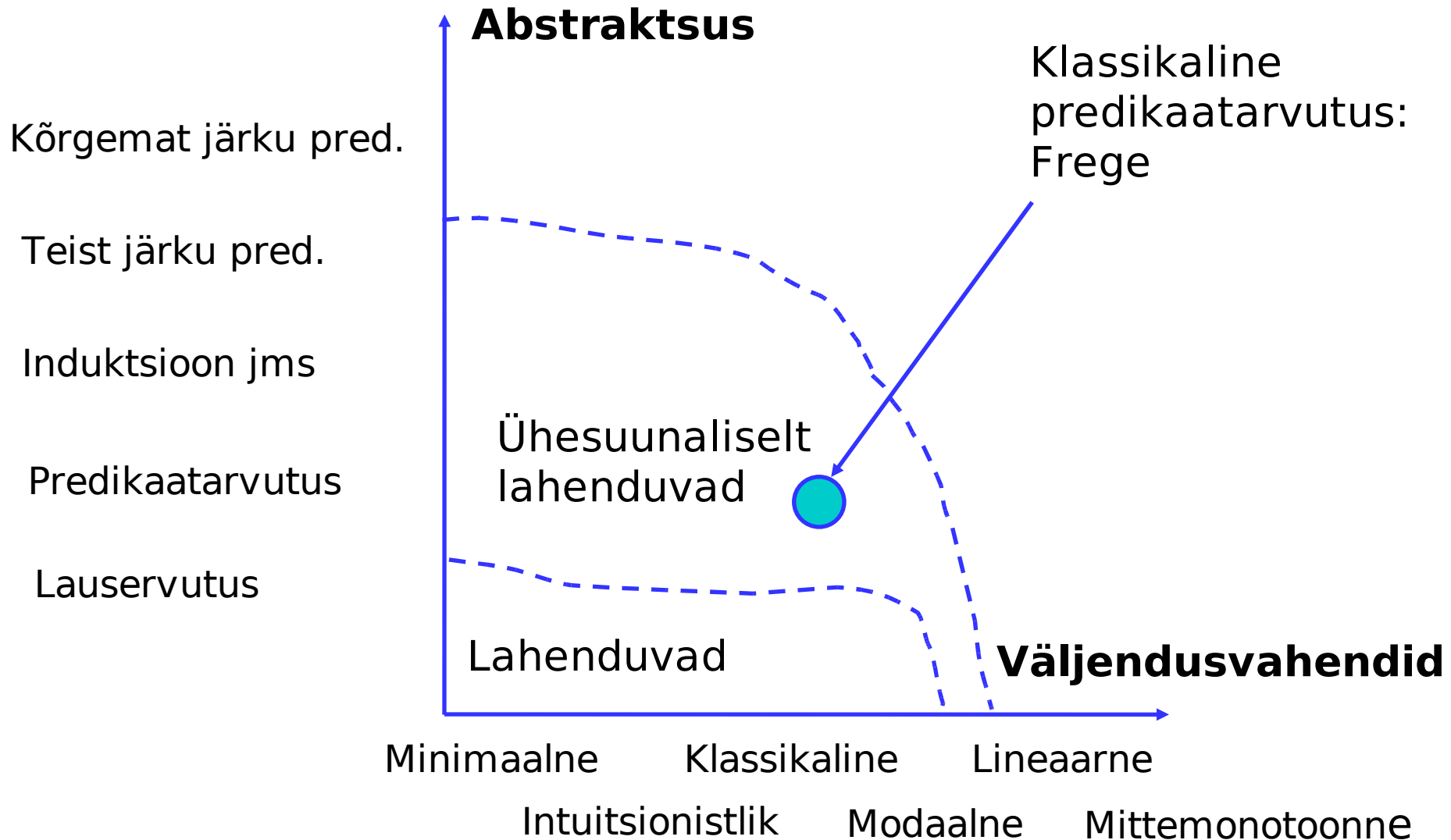
Isa(Jaan,Ants).

Isa(Ants,Peeter).

Iga x, y, z jaoks: $\text{Isa}(x,y) \ \& \ \text{Isa}(y,z) \Rightarrow \text{Vanaisa}(x,z)$.

Tõesta, et eksisteerivad z, u nii et $\text{Vanaisa}(z,u)$.

- Frege filosoofina: **logitsist**



Hollerith'i perfokaardid

- 1890: Herman Hollerith: perfokaartidega masin USA rahvaloenduse andmete töötlemiseks



- Hollerith'i firmast tekkis **IBM**



- 1900: vaakumdiiod
- Lee de Forest: 1906: vaakumtriiod

Hulgateooria: Georg Cantor

- Elas 1845-1918
- Hulgateooria rajaja
- Paradokside avastamine matemaatikas
- Matemaatika alused korruga ebakindlad

Russell & Whitehead

- 1910-1913: massiivne loogikatraktaat
Principia Mathematica
- Paradoksid -> tüüpide teooria
- Filosoofilised vaated: logitsism

Formalism; Hilbert

- Loogik ja matemaatik: 1862-1943
- Filosoofilistelt vaadetelt **formalist**
- “**Hilberti programm**” matemaatikale kindlate aluste rajamiseks:
 - Matemaatika alused tuleb esitada loogika keeles, range aksiomaatikana.
 - Tuleb tõestada, et nimetatud aksiomaatika ei ole vastuoluline, st temast ei ole võimalik tuletada korraka mingit väidet A ja sellesama väite eitust $\neg A$

Intuitionism: Brouwer & Heyting

Ei aktsepteeri näiteks:

- $A \vee \neg A$
- $\neg \neg A \Leftrightarrow A$
- $((A \Rightarrow B) \Rightarrow A) \Rightarrow A$

- Tarski ja Carnap
 - Süntaks
 - Tuletamisreeglite süsteem
 - Semantika

Täielikkus ja mittetäielikkus

- Kurt Gödel (1906-1978)
- 1930: loogika baaskeel predikaatarvutus on täielik
- 1931: formaalne aritmeetika ei ole täielik, seda ei saagi lõpliku formaalse süsteemiga kirjeldada

Tõestuse idee:

- Tõestuse alusidee on tuntud valetaja paradoks: kas väide ``ma praegu valetan'' on tõene või mitte? Lihtne arutlus näitab, et ta ei saa olla kumbagi.
- Koostame nüüd sellise aritmeetilise väite A, mis ütleb, et seesama A ei ole tõestatav (see väide ei ütle, et A ei ole tõsi!). Siis ei saa väide A ise olla vale. Tõepoolest, kui A oleks vale, siis A sisu kohaselt peaks A olema tõestatav. Kuna me valesid väiteid tõestada ei saa, siib peabki A olema õige. Kuna A on õige, peab kehtima see, mida A väidab: A pole tõestatav. Tõepoolest, kui A oleks tõestatav, siis oleks A sisu ("A ei ole tõestatav") vale, see on aga, nagu näidatud, võimatu. Kokkuvõtteks, A on õige, aga ei A ega A eituse pole tõestatavad.

- 1935-1937: artikkel **Turingi masinast**: universaalsus, mittelahenduvus



- 1936: Churchi **lambda-arvutus**, **Churchi tees**.
universaalsus, mittelahenduvus

Vannevar Bush

- MIT: 1930-1935-1937: Differential Analyzer dif. võrrandite lahendamiseks
- Viimane versioon:
 - kaalus 100 tonni
 - 2000 elektronlampi
 - 150 mootorit
 - tuhanded releed

Ludwig Wittgenstein

- 1889-1951
- Analüütilise filosoofia juhtkuju
- Innustas loogilise positivismi ja Viini ringi teket:
 - Mõtestatud tekst koosneb kas (a) loogika ja matemaatika formaalsetest väidetest või (b) konkreetsete teadusharude fakte esitavatest lausetest.
 - Igasugusel fakti esitaval väitel on sisu ainult siis, kui on võimalik öelda, kuidas selle väite kehtivust kontrollida.
 - Metafüüsilised väited, mis ei lange punktide 1 ja 2 alla, on sisutud.
 - Kõik moraali, esteetikat ja religiooni käsitlevad väited on mittekontrollitavad ja mõttetud.

Claude Shannon

- MIT, 1938, Shannon'i magistratöö sidus:
 - Boole algebra
 - Elektrilülited ja -skeemid
 - Bitid ja info kodeerimise
 - Info otsimise algoritmid

Atanasoff'i arvuti

- John Vincent Atanasoff
- 1939-1942: esimene elektronarvuti?

Zuse arvuti

- Konrad Zuse
- 1941-1944: Z3, Z4
- Releedega digitaalarvuti

Colossus vs Geheimfernschreiber

- Londonis 1943: saksa allveelaevade salakirja dekodeerimiseks
- 1800 elektronlampi
- Ideoloogia ja matemaatika töötas välja Alan Turing, kes varem juhtis lihtsama ENIGMA dekodeerimist

Mark I

- Howard Aiken
- IBM'i elektriline (releed) digitaalne arvuti MARK I
1939-1944
 - **750.000 komponenti**
 - **5 tonni**

